



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 60 803 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 16 C 33/34**  
B 60 K 17/22

②① Aktenzeichen: 199 60 803.2  
②② Anmeldetag: 16. 12. 1999  
④③ Offenlegungstag: 21. 6. 2000

③⑩ Unionspriorität:

10-359409	17. 12. 1998	JP
10-359462	17. 12. 1998	JP
10-359396	17. 12. 1998	JP
11-159028	07. 06. 1999	JP
11-159147	07. 06. 1999	JP
11-159154	07. 06. 1999	JP
11-175761	22. 06. 1999	JP

⑦① Anmelder:  
NTN Corp., Osaka, JP

⑦④ Vertreter:  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

⑦② Erfinder:

Maeda, Kikuo, Kuwana, Mie, JP; Nakashima,  
Hirokazu, Kuwana, Mie, JP; Okayama, Akio,  
Kuwana, Mie, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Wälzlager und Lagervorrichtung für Getriebewellen

⑤⑦ Wälzlager, das eine ausreichende Ermüdungslebensdauer der Wälzkörper selbst unter Bedingungen sicherstellen kann, bei denen die Verunreinigungen durch Abfall und der Temperaturanstieg groß sind. Als Material des Außenringes, des Innenringes und der Schrägrollen wird ein Stahl verwendet, bei dem die Si- und Mn-Gehalte erhöht sind. Der Stahl wird, nachdem er einer Carbonitrierung unterzogen ist, abgeschreckt, um den Restaustenitgehalt in der carbonitrierten Schicht, die an der Oberflächenschicht eines jeden Teils ausgebildet ist, auf 20-50 Vol.-% einzustellen. Auf diese Weise ist es möglich, die Abschälung der Oberfläche zu unterdrücken, die von der Entstehung und dem Voranschreiten von Rissen resultiert, wodurch die Ermüdungslebensdauer der Wälzlager unter Bedingungen verbessert wird, bei denen die Verschmutzung durch Abfall oder der Temperaturanstieg bei den Lagerabschnitten groß ist.

**DE 199 60 803 A 1**

**DE 199 60 803 A 1**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wälzlager, das unter Bedingungen verwendet werden kann, bei denen die Verschmutzung durch Abfall und der Temperaturanstieg groß ist, und eine Lagervorrichtung für eine Getriebewelle eines Kraftfahrzeugs, bei dem das Wälzlager verwendet wird.

Bei einem Fahrzeugdifferential oder bei einem Fahrzeuggetriebe werden Wälzlager verwendet, um die Getriebewellen zu lagern. Fig. 1 zeigt ein Fahrzeugdifferential, bei dem eine Getriebewelle durch ein Schrägrollenlager gelagert wird, welches eines der Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung darstellt. Das Differential umfaßt ein Antriebsritzel 4, das in einem Gehäuse 1 durch zwei Schrägrollenlager 2, 3 drehbar gelagert ist, ein Ringrad 5, das mit dem Antriebsritzel 4 kämmt, einen Differentialgetriebekasten 7, der das Ringrad 5 trägt und im Gehäuse 1 durch ein Paar von Schrägrollenlagern 6 drehbar gehalten ist, Ritzel 8, die im Differentialgetriebekasten 7 befestigt sind, und ein Paar von Seitenrädern 9, die mit den Ritzeln 8 kämmen. Diese sind im Gehäuse 1 befestigt, in dem Öl eingelassen ist. Das Öl dient auch als Schmieröl für die Schrägrollenlager 2, 3 und 6.

Da eine Leistungsübertragungsvorrichtung, wie beispielsweise das oben beschriebene Differential, eine Vielzahl von miteinander kämmenden Zahnradabschnitten und Gleitabschnitten von Drehelementen aufweist, kann Abfall, wie beispielsweise durch diese Abschnitte erzeugtes Metallpulver, sich in das im Gehäuse eingeschlossene Öl mischen. Dieses Pulver kann in die Wälzlager eintreten, die die mit hoher Drehzahl drehenden Getriebewellen lagern, und sich an den Laufflächen der Wälzelemente ablagern, was ein Abschälen der Oberfläche an den Wälzelementen oder den Lagerringen bewirkt. Es wird angenommen, daß ein derartiges Abschälen der Oberfläche durch das Auftreten von Rissen erzeugt wird, die aufgrund von Druckstellen entstehen, die aufgrund des Festfressens des Abfalls erzeugt werden.

Um das Auftreten und das Vorschreiten derartiger Risse zu verhindern, ist in der geprüften japanischen Patentveröffentlichung 62-29487 eine Technik offenbart, in der Stahl der Klasse SUJ3 als Lagermaterial verwendet wird. Der Stahl wird bei hoher Temperatur abgeschreckt, um den Gehalt von Restaustenit zu erhöhen. Die Abkühlgeschwindigkeit während des Abschreckens wird verringert, um die Empfindlichkeit gegenüber Rissen zu unterdrücken. In der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichung 7-190072 wird ein Stahl der Stahlsorte SUJ3 als Material für den Lagerring verwendet. Der oben erwähnten Wärmebehandlung wird eine Carbonitrierung hinzugefügt, um den Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht weiter zu erhöhen.

Bei der derzeitigen Verwendung von Rollenlagern wird außerdem zunehmend Schmieröl mit niedriger Viskosität verwendet, um die Leistungsausbeute bei der Drehung mit hoher Drehzahl zu verbessern. Aus diesem Grund neigt der Temperaturanstieg in den Lagerungsabschnitten dazu, groß zu sein, da der Kontakt von Metall zu Metall ansteigt. Bei einem derartigen Betrieb ist der Temperaturanstieg der Wälzelemente am größten, da sie eine geringe Wärmekapazität und eine geringe Wärmediffusion aufgrund des Kontakts mit den anderen Elementen aufweisen. Daher tritt das Abschälen der Oberfläche an der Oberfläche der Wälzelemente auf. Selbst wenn das in der japanischen Patentveröffentlichung 62-29487 offenbarte Material verwendet wird, wird die benötigte Lebensdauer gegen Ermüdung nicht erreicht.

Da sich bei einem Schrägrollenlager des weiteren jede Schrägrolle abwälzt, und ihre große Stirnfläche gleichzeitig durch die große Rippenfläche des inneren Ringes geführt wird, wirkt eine Axiallast auf die große Rippenfläche des inneren Ringes. Wenn das in der japanischen Patentveröffentlichung 7-190072 offenbarte Material für den inneren Ring verwendet wird, sinkt die Ermüdungslebensdauer des Rippenabschnittes, der die Axiallast aufnimmt, obwohl sich die Wälzlebensdauer bei der Verschmutzung durch Abfall erhöhen kann.

Ein Ziel dieser Erfindung ist es, ein Wälzlager und eine Lagervorrichtung für eine Fahrzeuggetriebewelle vorzusehen, die eine lange Lebensdauer selbst unter Betriebsbedingungen sicherstellen kann, bei denen Abfall eintreten kann und der Temperaturanstieg groß ist.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Erfindungsgemäß ist ein Wälzlager vorgesehen, bei dem Wälzelemente aus einem Stahl gefertigt sind, der enthält C: 0,8–1,5 Gew.-%, Si: 0,4–1,2 Gew.-%, Mn: 0,8–1,5 Gew.-% und Cr: 0,8–1,8 Gew.-%, wobei der Stahl einer Carbonitrierung unterzogen wird und dann abgeschreckt und angelassen wird, so daß der Restaustenitgehalt im Oberflächenabschnitt 20–50 Vol-% beträgt.

Was die Zusammensetzung des Stahles als Material für die Wälzelemente betrifft, so sollte der Kohlenstoffgehalt 0,8 bis 1,5 Gew.-% betragen, um eine Grundhärte durch das Abschrecken sicherzustellen und um außerdem den Gehalt an Restaustenit zu erhöhen.

Der Silicium(Si)-Gehalt sollte nicht weniger als 0,4 Gew.-% betragen, um das Restaustenit in der Oberflächenschicht zu stabilisieren und um das Erweichen bei Hochtemperatur durch die Zufügung von Si zu vermeiden, das zu einem Widerstand gegenüber dem Erweichen beim Anlassen führt. Der obere Grenzwert wird bei 1,2 Gew.-% gesetzt, da über 1,2 Gew.-% die Diffusion von Kohlenstoff und Stickstoff während der Carbonitrierung verhindert wird.

Der Mn-Gehalt sollte 0,8 bis 1,5 Gew.-% betragen, um die Härte und den Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht zu erhöhen. Ein zu großer Mn-Gehalt resultiert in einer Verringerung der Kaltarbeitbarkeit und kann zu Rissen beim Abschrecken führen. Außerdem wird der Gehalt an Restaustenit in der Oberflächenschicht zu groß, so daß die Abschreckhärte niedrig sein kann. Aus diesem Grund wird der obere Grenzwert bei 1,5 Gew.-% festgelegt.

Der Cr-Gehalt sollte zwischen 0,8 bis 1,8 Gew.-% liegen, da, wenn er weniger als 0,8 Gew.-% beträgt Carbide selbst durch die Carbonitrierung nicht ausreichend gebildet werden, so daß die Härte während des Temperaturanstiegs sich zu verringern neigt. Beträgt der Cr-Gehalt über 1,8 Gew.-% neigen die Carbide dazu, grob zu wachsen und können aufgrund der Spannungskonzentration beim Wälzkontakt zu Startpunkten für Risse werden.

Durch die Verwendung eines derartig zusammengesetzten Stahles als Werkstoff für die Wälzelemente und durch Erhöhen des Stickstoffgehalts in der Oberflächenschicht durch Carbonitrierung wird der Ms-Punkt (Starttemperatur für die

Martensit-Umformung) in der Oberflächenschicht niedriger als in der Innenschicht. Durch Abschrecken eines derartigen Stahles erhöht sich die Menge an nicht umgewandelten Austenit in der Oberflächenschicht der Wälzelemente. Der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht kann auf diese Weise auf 20 Vol.-% oder mehr erhöht werden.

Das Restaustenit weist eine hohe Festigkeit und Härtungseigenschaften für das Werkstück auf und dient dazu, das Entstehen und Fortschreiten von Rissen zu unterdrücken. Es ist jedoch beim Erwärmen instabil. Stickstoffatome, die in die Oberflächenschicht während der Carbonitrierung eingedrungen sind, sind im Austenit fest gelöst und stabilisieren das Restaustenit nach dem Abschrecken gegenüber Erwärmung. Außerdem beginnt in der Oberflächenschicht, in der der Ms-Punkt gesunken ist, die Martensitumformung später als im Kern. Außerdem ist die umgeformte Menge kleiner als im Kern, so daß sich in der Oberflächenschicht Residualspannungen bilden. Auf diese Weise ist es außerdem möglich, die Ermüdungsfestigkeit der Oberflächenschicht zu erhöhen.

Der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht sollte 20 bis 50 Vol.-% betragen, um der Oberflächenschicht eine geeignete Festigkeit zu geben und um die Spannungskonzentration aufgrund des Kontakts mit dem Abfall zu vermeiden. Wenn der Restaustenitgehalt weniger als 20 Vol.-% beträgt, ist die Festigkeit nicht ausreichend. Wenn der Restaustenit über 50 Vol.-% beträgt, wird die Härte übermäßig abfallen, was zu einer Verschlechterung der Oberflächenrauigkeit aufgrund plastischer Verformung führt.

Wenn Abfall eingefangen wird oder wenn der Temperaturanstieg der Oberfläche groß ist, können Risse an der Oberfläche oder unter der Oberfläche (innerhalb 0,1 mm von der Oberfläche) entstehen. Somit ist es möglich, die Lebensdauer durch Verbesserung des Werkstoffes der Oberflächenschicht auf die oben beschriebene Weise zu verlängern.

Da die Wärmebehandlung eine Carbonitrierung umfaßt, kann die Carbonitrierung in einem Hochtemperaturgas durchgeführt werden, wobei das Ammoniakgas einer carbonisierenden Atmosphäre zugefügt wird, worauf das Abschrecken und das Anlassen folgt. Um den Restaustenitgehalt anzupassen, kann eine Unter-Null-Behandlung mit der Wärmebehandlungsstufe kombiniert sein.

Durch Hinzufügen von 0,3 Gew.-% oder weniger Molybdän zu dem Stahlwerkstoff der Wälzelemente ist es möglich, die Festigkeit zu verbessern.

Außerdem ist es durch Abschrecken bei 830–880°C und durch Einstellen der Kühlfähigkeit H während des Abschreckens im Temperaturbereich von 300°C bis 150°C auf 0,2 cm<sup>-1</sup> oder weniger möglich, die Kühlgeschwindigkeit nahe dem Ms-Punkt abzusinken und die Empfindlichkeit gegenüber Rissen auf 3 oder weniger abzusinken. Wenn die Empfindlichkeit gegenüber Rissen 3 oder weniger beträgt, ist es möglich, das Entstehen von Rissen während des Betriebs wirksam zu verhindern oder die Ausbreitungsgeschwindigkeit zu unterdrücken, selbst wenn sich Risse bilden sollten. Als ein Mittel zur Einstellung der Kühlfähigkeit während des Abschreckens im Temperaturbereich von 300°C bis 150°C auf 0,2 cm<sup>-1</sup> oder weniger kann ein Abschrecken im Öl- oder Salzbad, das auf eine vorbestimmte Temperatur aufgeheizt ist, dienen.

Wenn die Wälzelemente Nadelrollen sind und der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht 20 bis 40 Vol.-% beträgt und die Oberflächenhärte Hv 750 oder mehr beträgt, ist es möglich, das Abschälen der Oberfläche der Nadelrollen zu verhindern und ihre Lebensdauer zu verlängern, obwohl sie dazu neigen, sich aufzuheizen, da sie eine niedrige Wärmekapazität haben und oftmals auf einer nur grob bearbeiteten Welle ohne Lagerring befestigt sind.

Der obere Grenzwert des Restaustenitgehalts wird auf 40 Vol.-% gesetzt, um eine Oberflächenhärte von Hv 750 oder mehr zu erreichen. Außerdem sollte die Oberflächenhärte Hv 750 oder mehr betragen, um eine ausreichende Oberflächenhärte selbst dann sicherzustellen, wenn die hohen Temperaturanstiegen unterworfenen Nadelrollen weich werden.

Wenn die Wälzelemente Schrägrollen sind, bei denen von den Innen- und Außenringen des Wälzlagers zumindest der Innenring aus einsatzgehärteten Stahl enthaltend 0,4 Gew.-% oder weniger Kohlenstoff gefertigt ist und bei denen an den Oberflächenschichten der Innen- und Außenringe carbonitrierte Schichten ausgebildet sind, ist es möglich, die Ermüdungsfestigkeit der Rippenabschnitte des Innenrings sicherzustellen. Wenn der Kohlenstoffgehalt über 0,4 Gew.-% liegt, würde die Kernhärte während des Abschreckens zu groß sein, so daß sich die Festigkeit verschlechtert und die Ermüdungsfestigkeit sinkt. Beim Außenring reicht es aus, wenn eine carbonitrierte Schicht gebildet werden kann. Somit ist es möglich, außer einsatzgehärteten Stahl wie für den Innenring eine Vielzahl von Lagerstahlsorten zu verwenden.

Wenn der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht der Schrägrollen und der Innen- und Außenringe 20–40 Vol.-% beträgt, ist es möglich, die Oberflächenschicht eines jeden Teils mit einer geeigneten Festigkeit zu versehen und einen übermäßigen Anstieg der Spannungen aufgrund des Kontakts mit Abfall zu verhindern. Wenn der Restaustenitgehalt weniger als 20 Vol.-% beträgt, wird die Festigkeit nicht ausreichen. Wenn der Restaustenitgehalt über 40 Vol.-% liegt, wird die Härte deutlich abnehmen, was in einer Verschlechterung der Oberflächenrauigkeit aufgrund von plastischer Verformung resultiert. An den großen Stirnflächen der Schrägrollen und der großen Rippenfläche des Innenrings, die miteinander in Gleitkontakt stehen, kann aufgrund der Verschlechterung der Oberflächenrauigkeit ein Festfressen auftreten.

Erfindungsgemäß ist eine Lagervorrichtung für eine Fahrzeuggetriebewelle vorgesehen, bei der eine Getriebewelle drehbar durch ein Schrägrollenlager in einem Gehäuse gelagert ist, in dem Öl eingeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägrollen aus einem Stahl gefertigt sind, der enthält C: 0,8–1,5 Gew.-%, Si: 0,4–1,2 Gew.-%, Mn: 0,8–1,5 Gew.-% und Cr: 0,8–1,8 Gew.-%, daß zumindest der Innenring aus einsatzgehärteten Stahl enthaltend 0,4 Gew.-% oder weniger Kohlenstoff gefertigt ist, und daß an den Oberflächenschichten der Schrägrollenlager und der Innen- und Außenringe eine carbonitrierte Schicht ausgebildet ist. Auf diese Weise ist es möglich, den Wartungszyklus von beispielsweise Differentialen und Getrieben deutlich zu verlängern.

Bei der Lagervorrichtung für die Getriebewelle ist es möglich, die Oberflächenschicht eines jeden Teils mit einer geeigneten Festigkeit zu versehen und einen übermäßigen Anstieg der Spannungen aufgrund des Kontakts mit Abfall zu verhindern, indem der Restaustenitgehalt in den Oberflächenschichten der Schrägrollen und der Innen- und Außenringe bei 20–40 Vol.-% festgelegt wird.

Andere Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen deutlich.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 zeigt einen senkrechten Querschnitt eines Differentials, in dem eine Lagervorrichtung für eine Getriebewelle eingebaut ist;

Fig. 2 zeigt eine senkrechte Querschnittsansicht eines Schrägrollenlagers als ein Wälzlager eines ersten Ausführungsbeispiels, das bei der Lagervorrichtung für eine Getriebewelle der Fig. 1 verwendet wird;

Fig. 3A zeigt eine senkrechte Querschnittsansicht eines Kugellagers als Wälzlager gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiels;

Fig. 3B zeigt eine zum Teil vergrößerte Querschnittsansicht desselben;

Fig. 4A zeigt eine senkrechte Querschnittsansicht eines Nadelrollenlagers als Wälzlager gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel; und

Fig. 4B zeigt eine teilweise vergrößerte Querschnittsansicht desselben.

## GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 4 werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Die Fig. 1 und 2 zeigen das erste Ausführungsbeispiel. Fig. 1 zeigt ein Differential eines Fahrzeugs, bei dem als Lagerung der Welle des Antriebsritzels 4 und der Welle des Differentialgetriebekastens 7, an dem ein Ringrad 5 befestigt ist, eine Lagervorrichtung zur Lagerung einer Getriebewelle unter Verwendung von Schrägrollenlagern 2, 3, 6 verwendet wird.

Fig. 2 zeigt ein Schrägrollenlager 6, das ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt. Es umfaßt einen Außenring 15, der mit einer konischen Lauffläche 14 ausgebildet ist, einen Innenring 13, der mit einer konischen Lauffläche 10 ausgebildet ist, eine große Rippenfläche 11 an der Seite der Lauffläche 10 mit großen Durchmesser und eine kleine Rippenfläche 12 an der Seite mit kleinen Durchmesser, eine Vielzahl von Schrägrollen 16, die rollbar zwischen den jeweiligen Laufflächen 10, 14 des Außenringes 15 und des Innenringes 13 angeordnet sind und einen Käfig 17 zum Halten der Schrägrollen 16 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung.

Ein jedes Teil einschließlich des Außenringes 15, des Innenringes 13 und der Schrägrollen 16 wurde unter Verwendung eines Stahles in der chemischen Zusammensetzung hergestellt, wie sie für die Beispiele in Tabelle 1 für den Werkstoff angegeben ist, wobei der Stahl einer Carbonitrierung in einer carborierenden Atmosphäre bei 860°C, der Ammoniakgas hinzugefügt wurde, unterworfen und in Öl abgeschreckt wurde. An den Oberflächen dieser Teile wurden carbonitrierte Schichten, bei denen der Restaustenitgehalt zwischen 20–40 Vol.-% lag, gebildet. Für jedes Teil der Schrägrollenlager 2, 3 wurde ebenfalls ein ähnlicher Werkstoff verwendet und einer ähnlichen Wärmebehandlung unterzogen.

Im folgenden sind die Beispiele und Vergleichsbeispiele des ersten Ausführungsbeispiels aufgeführt.

## Beispiele

Als Beispiele 1–6 wurden Schrägrollenlager mit Schrägrollen und Innen- und Außenringen vorbereitet, deren chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung und Restaustenitgehalt in den Oberflächenschichten in Tabelle 1 aufgeführt ist. Die Abmessungen der Lager betrugen 40 mm beim Innendurchmesser, 68 mm beim Außendurchmesser und 19 mm in der Weite.

## Vergleichsbeispiele

Als Vergleichsbeispiel 1–8 wurden Schrägrollenlager mit Schrägrollen und Innen- und Außenringe vorbereitet, deren chemische Zusammensetzung, Wärmebehandlung und Restaustenitgehalt in den Oberflächenschichten in Tabelle 1 aufgeführt ist. Die Abmessungen der Lager waren dieselben wie die der Beispiele. Bei den Vergleichsbeispielen 1 und 2 lag die chemische Zusammensetzung der Schrägrollen außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung. Bei den Vergleichsbeispielen 3–5 lag die chemische Zusammensetzung des Innenringes außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung. Bei den Vergleichsbeispielen 6 und 7 lag die Wärmebehandlung der Innen- und Außenringe außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung. Beim Vergleichsbeispiel 8 fand die Wärmebehandlung der Innen- und Außenringe nur durch Durchhärten statt.

Bei dem Schrägrollenlager der Beispiele und der Vergleichsbeispiele wurden ein Lebensdauertest bei Verunreinigung durch Abfall und ein Ermüdungstest bei der Rippe des Innenringes durchgeführt. Die Zusammenfassung eines jeden Tests und der Testbedingungen ist wie folgt.

## Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall

Die Schrägrollenlager wurden auf einer Drehwelle in einem Schmierölbad befestigt, zu dem Abfall beigemischt wurde, und ein Lebensdauertest wurde unter den folgenden Bedingungen durchgeführt.

Die Anzahl der Testproben der Schrägrollenlager betrug N = 10. Die Lebensdauer wurde in Abhängigkeit der L10-Lebensdauer beurteilt (die Zeit, bei der 90% der Proben ohne Versagen verwendbar bleiben). Bei jeder Probe trat das Versagen aufgrund einer Abschälung der Oberfläche der Schrägrollen oder der inneren und äußeren Ringe auf.

Aufgebrachte Last: 17,64 kN

Drehzahl: 2000 Upm

Schmieröl: Turbinenöl VG56

Abfall: Gasatomisiertes Metallpulver (Teilchendurchmesser: 100–180 µm, Härte: HV 700–800, Gehalt: 1 g/Liter)

## Ermüdungstest der Rippe des Innenringes

Das Wellenende eines Wälzelements mit einem Durchmesser von 10 mm wurde gegen eine Rippe eines jeden befestigten Innenrings gedrückt, während eine Vorspannung aufgebracht wurde. Die Lasten wurden wiederholt in axialer Richtung des Wälzkörpers aufgebracht. In diesem Zustand wurde ein Ermüdungstest unter den folgenden Bedingungen durchgeführt. Die Ermüdungsfestigkeit wurde durch Risse beurteilt, die am Absatz der Rippe entstanden. Die Anzahl der Proben war  $N = 3$  und wurde von S-N-Kurven bestimmt. Die Ermüdungsfestigkeit wurde bei der Last bestimmt, die einer Anzahl von  $10^5$  Wiederholungszyklen entspricht.

Aufgebrachte Last: 2,94, 3,92, 4,90 kN (Vorlast 0,49 kN)  
Belastungsgeschwindigkeit: 800 zpm (Zyklen pro Minute)

Die Ergebnisse eines jeden Tests sind in Tabelle 2 gezeigt. Als Referenzwert für die Verhältnisse der Lebensdauer und der Ermüdungsfestigkeit in dieser Tabelle wurde der Wert des Vergleichsbeispiels 8 verwendet. Bei den Schrägrollenlagern der Beispiele betrug die L10-Lebensdauer beim Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall 100 Stunden oder mehr und das Verhältnis der Ermüdungsfestigkeit der Rippen des inneren Ringes im Ermüdungstest betrug das 2,0fache oder mehr. Somit wurden in beiden Tests gute Ergebnisse erzielt.

Im Gegensatz dazu betrug bei den Vergleichsbeispielen 1 und 2, bei denen die chemischen Zusammensetzung der Schrägrollen außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung lag, die L10-Lebensdauer beim Lebensdauertest unter Verschmutzung durch Abfall weniger als 100 Stunden. Außerdem betrug bei einigen der Vergleichsbeispiele 3–5, bei denen die chemische Zusammensetzung des inneren Ringes außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung lag, die L10-Lebensdauer mehr als 100 Stunden, aber die Ermüdungsfestigkeit der Rippe des inneren Ringes war gering. Dies ist darum der Fall, weil der Kohlenstoffgehalt im inneren Ring hoch war, so daß die Kernhärte nach der Wärmebehandlung zu groß war. Bei den Vergleichsbeispielen 6–8, bei denen die inneren und äußeren Ringe keiner Carbonitrierung unterworfen waren, waren die Testergebnisse sämtlich schlecht.

Fig. 3A zeigt ein Kugellager als zweites Ausführungsbeispiel des Wälzlagers. Beim Kugellager sind Laufrillen 23, 24 mit einem bogenförmigen Querschnitt an der Oberfläche am Innendurchmesser des Außenringes 21 und an der Oberfläche des Außendurchmessers des Innenringes 22 jeweils ausgebildet. Zwischen diesen Laufrillen 23 und 24 ist eine Vielzahl von Kugeln 25 durch einen Käfig 26 gehalten.

Jede Kugel 25 wurde durch Carbonitrierung eines Stahles mit der chemischen Zusammensetzung, wie sie als Beispiele in der Tabelle 3 gezeigt ist, in einer carborierenden Atmosphäre bei 860°C gefertigt, der Ammoniakgas zugefügt wurde. Dann wurde jede Kugel 25 in einem Salzbad abgeschreckt, das auf 220°C aufgeheizt war, so daß die Kühlgeschwindigkeit während des Abschreckens im Temperaturbereich von 300°C bis 150°C  $0,2 \text{ cm}^{-1}$  oder weniger betrug. Wie in der Fig. 3B gezeigt ist, bildet sich an der Oberfläche einer jeden Kugel 25 eine carborierte, nitrierte Schicht 25a mit einem Restaustenidgehalt von 20–50 Vol.-%.

Im folgenden sind die Beispiele des zweiten Ausführungsbeispiels und die Vergleichsbeispiele beschrieben.

## Beispiele

Unter Verwendung von Kugeln, die durch eine Wärmebehandlung unter den oben beschriebenen Carbonitrierungs- und Abschreckungs-Bedingungen unter Verwendung eines Stahls mit der chemischen Zusammensetzung hergestellt wurden, wie sie in Tabelle 3 als Beispiele 11–14 gezeigt sind, wurden Kugellager vorbereitet. Die Abmessungen der Lager betrug sämtlich 30 mm beim Innendurchmesser, 62 mm beim Außendurchmesser, und der Kugeldurchmesser betrug 3/8 Zoll.

## Vergleichsbeispiele

Unter Verwendung von Kugeln, die durch Abschrecken eines Stahls mit der gleichen chemischen Zusammensetzung wie die in der Tabelle 3 gezeigten Beispiele 11–14 in Salzwasser bei 860°C auf 220°C ohne Carbonitrierung gefertigt wurden (Vergleichsbeispiele 11–14 in Tabelle 3), und unter Verwendung von Kugeln, die durch Wärmebehandlung eines Stahls mit einer chemischen Zusammensetzung, die außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung lag, unter den gleichen Bedingungen wie bei den oben beschriebenen Beispielen (Vergleichsbeispiele 15–17) gefertigt wurden, wurden weitere Kugellager vorbereitet. Außerdem wurde ein Kugellager unter Verwendung von Kugeln vorbereitet, die durch Abschrecken eines herkömmlichen Lagerstahls SUJ2 (Vergleichsbeispiel 18 in Tabelle 3) gefertigt wurden. Die Abmessungen eines jeden Lagers waren dieselben wie die der Beispiele.

Die Kugellager der Beispiele und der Vergleichsbeispiele wurden auf einer Drehwelle einer Testvorrichtung befestigt, um einen Test mit Öl von geringer Viskosität durchzuführen. Bei dem Test wurde Öl von geringer Viskosität als Schmieröl verwendet, um den oben beschriebenen Test bei Verschmutzung durch Abfall durchzuführen. Die Testbedingungen waren wie folgt. Die Anzahl der Beispiele bei jeden Test betrug  $N = 10$ . Die Lebensdauer wurde als L10-Lebensdauer ausgewertet.

## Test mit Öl von geringer Viskosität

Aufgebrachte Last: 6,86 kN  
Drehzahl: 2000 Upm  
Schmieröl: Hochgeschwindigkeitsfluid VG1,5

Wirkende Last: 6,86 kN

Drehzahl: 2000 Upm

5 Schmieröl: Turbinenöl VG56

Abfall: Gasatomisiertes Metallpulver (Teilchendurchmesser 100–180 µm, Härte: HV 700–800, Gehalt 1 g/Liter)

Die Ergebnisse eines jeden Tests sind in Tabelle 2 gezeigt. Beim Verhältnis der Lebensdauern in der Tabelle wurde der Wert des Vergleichsbeispiels 18 als Referenzwert verwendet. Bei den Kugellagern der Beispiele betrug die Lebensdauer relativ zu Vergleichsbeispiel 18 das 4,5fache oder mehr und waren demzufolge hervorragend.

Im Gegensatz dazu betrug das Verhältnis der Lebensdauern bei den Vergleichsbeispielen 1 und 2, die keiner Carbonitrierung unterzogen wurden, weniger als das 3fache. Bei den Vergleichsbeispielen 15–17, bei denen die chemischen Zusammensetzung nicht innerhalb des Bereichs lag, war die Lebensdauer beim Lebensdauertest mit Verschmutzung durch Abfall mangelhaft. Dies ist darum der Fall, weil beim Vergleichsbeispiel 15, bei dem der Si-Gehalt übermäßig groß ist, die Carbonitrierung verhindert wird, beim Vergleichsbeispiel 16, bei dem der Cr-Gehalt übermäßig groß ist, die Carbide grob werden, und beim Vergleichsbeispiel 17, bei dem der Mn-Gehalt zu groß ist, der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht über 50 Vol.-% liegt.

Fig. 4A zeigt ein Nadelrollenlager als drittes Ausführungsbeispiel eines Wälzlagers. Beim Nadellager sind eine Vielzahl von Nadelrollen 31 durch einen Käfig 32 gehalten. Jede Nadelrolle 31 wurde durch Carbonitrierung eines Stahls mit der chemischen Zusammensetzung, wie sie in Tabelle 5 gezeigt ist, in einer carbonitrierenden Atmosphäre bei 860°C, zu der Ammoniakgas hinzugefügt wurde, und durch Abschrecken in einen auf 220°C aufgeheizten Salzbad gefertigt, so daß die Kühlgeschwindigkeit während des Abschreckens im Temperaturbereich von 300°C bis 150°C 0,2 cm<sup>-1</sup> oder weniger betrug. (Anstelle des Salzbad kann ein temperaturkontrolliertes Abschrecköl verwendet werden.) Wie in der Fig. 4B gezeigt ist, bildet sich an der Oberfläche einer jeden Nadelrolle 31 eine carbonitrierte Schicht 31a mit einem Restaustenitgehalt von 20–40 Vol.-% und einer Oberflächenhärte von HV 750 oder mehr.

Als nächstes werden die Beispiele des dritten Ausführungsbeispiels und die Vergleichsbeispiele beschrieben.

#### Beispiele

Die in der Tabelle 5 gezeigten Beispiele 21–24 sind Nadelrollenlager mit Nadelrollen, die durch Behandeln eines Stahls mit der in der Tabelle 5 aufgeführten chemischen Zusammensetzung und mit einer Wärmebehandlung unter denselben Carbonitrierungs- und Abschreckungs-Bedingungen, wie sie oben beschrieben wurden, hergestellt wurden. Sämtliche Lager hatten einen Innendurchmesser von 24 mm und einen Außendurchmesser von 32 mm.

#### Vergleichsbeispiele

Die Vergleichsbeispiele 21–24 in der Tabelle 5 sind Nadelrollenlager, deren Nadelrollen aus Stahlsorten mit der gleichen chemischen Zusammensetzung wie die Beispiele 21–24 ohne Carbonitrierung durch Abschrecken von 860°C in einem Salzbad bei 220°C gefertigt wurden. Die Vergleichsbeispiele 25–27 sind Nadelrollenlager, bei denen die Nadelrollen aus Stahlsorten hergestellt wurden, deren chemische Zusammensetzung außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung lag, und die der oben beschriebenen Wärmebehandlung unterzogen wurden. Das Vergleichsbeispiel 28 ist ein Nadelrollenlager, bei dem die Nadelrollen durch Abschrecken eines herkömmlichen Lagerstahls SUJ2 gefertigt wurden. Alle diese Lager weisen die gleichen Abmessung wie die Lager der Beispiele auf.

Diese Beispiele und Vergleichsbeispiele wurden einem Wälztest, bei dem jede der Nadelrollen auf einer Stahlkugel mit einer rauen Oberfläche abgewälzt wurde, um den Beginn einer Oberflächenbeschädigung zu beschleunigen, sowie einem Lebensdauertest mit durch Abfall verunreinigtem Schmiermittel unterworfen. Die Anzahl der Proben bei jedem Test betrug N = 10 und die Lebensdauer wurde in Abhängigkeit von der L10-Lebensdauer beurteilt.

#### Wälztest

Zugehörige Kugel: 5/8 Zoll (Oberflächenrauigkeit Ra = 0,08 µm)

Maximaler Kontaktdruck: 5,9 Gpa

Belastungsgeschwindigkeit: 14600 Zyklen pro Minute

Schmiermittel: Turbinenöl VG10

#### Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall

Aufgebrachte Last: 5,88 kN

Drehzahl: 7000 Upm

60 Schmiermittel: Turbinenöl VG56 (Ölbad)

Zugemischter Abfall: Gasatomisiertes Metallpulver (Teilchendurchmesser: 32–53 µm, Härte: HV 700–800, Mischungsverhältnis: 0,4 Gramm pro Liter)

Die Ergebnisse des Tests sind in der Tabelle 6 gezeigt. Die L10-Lebensdauer ist als Verhältnis der L10-Lebensdauer zum Vergleichsbeispiel 28 dargestellt. Wie gezeigt betrug die Lebensdauer jedes Beispiels zumindest das 5fache der Lebensdauer des Vergleichsbeispiels 28.

Im Gegensatz dazu war die L10-Lebensdauer eines jeden der Vergleichsbeispiele 21–24 kürzer als das 3fache der L10-Lebensdauer des Vergleichsbeispiels 28. Bei den Vergleichsbeispielen 25–27 war das Verhältnis der Lebensdauer beim

Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall mangelhaft, obwohl das Verhältnis der Lebensdauer beim Wälztest relativ hoch war.

Erfindungsgemäß wird ein Stahl, bei dem die Si- und Mn-Gehalte erhöht sind, als Werkstoff für zumindest die Wälzkörper verwendet. Er wird nach der Carbonitrierung abgeschreckt, so daß der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht der Wälzkörper 20-50 Vol.-% beträgt. Auf diese Weise ist es möglich, das Abschälen der Oberfläche aufgrund des Entstehens und Voranschreitens von Rissen zu unterdrücken und die Lebensdauer in Umgebungen deutlich zu verbessern, bei denen die Verschmutzung durch Abfall oder der Temperaturanstieg an Abschnitten des Lagers groß ist.

Des weiteren ist es bei den Nadelrollenlagern möglich, durch Festsetzen des Restaustenitgehalts in der Oberflächenschicht der Nadelrollen als Wälzelemente auf 20-40 Vol.-% und der Oberflächenhärte auf HV 750 oder mehr möglich, das Abschälen der Oberfläche der Nadelrollen zu verhindern, die hohen Temperaturanstiegen unterworfen sind, und so ihre Lebensdauer zu verlängern.

Weiter ist bei Schrägrollenlagern von den inneren und äußeren Ringen zumindest der innere Ring mit Rippen aus einem einsatzgehärteten Stahl mit 0,4 Gew.-% oder weniger Kohlenstoff gefertigt, wobei carbonitrierte Schichten in den Oberflächenschichten der inneren und äußeren Ringe gebildet sind, um die Ermüdungsfestigkeit bei den Rippenabschnitten des Innenringes sicherzustellen und die Lebensdauer zu erhöhen.

Außerdem ist es bei der erfindungsgemäßen Lagervorrichtung für eine Fahrzeuggetriebewelle möglich, den Wartungszyklus der Leistungsübertragungsvorrichtung, wie beispielsweise den Differentialen, deutlich zu verlängern, da die Getriebewelle durch die oben beschriebenen Schrägrollenlager gelagert ist.

Tabelle 1

Prüfling	Chemische Zusammensetzung der Schrägrolle (in Gew.-%)							Kohlenstoffgehalt (in Gew.-%) der inneren und äußeren Ringe			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Wärme- behand- lung	Rest- $\gamma$	C	Wärme- behandlung	Rest- $\gamma$	Kern- härte
Beispiel 1	1,0	0,5	1,0	1,1	---	Carbo- nitrierung	32	0,22	Carbo- nitrierung	25	40
Beispiel 2	1,0	0,5	1,0	1,2	---	Carbo- nitrierung	33	0,25	Carbo- nitrierung	23	43
Beispiel 3	0,8	1,2	1,0	1,2	---	Carbo- nitrierung	26	0,35	Carbo- nitrierung	29	53
Beispiel 4	1,1	0,5	1,0	1,2	0,25	Carbo- nitrierung	30	0,25	Carbo- nitrierung	38	44
Beispiel 5	1,5	0,4	0,8	1,8	---	Carbo- nitrierung	27	0,35	Carbo- nitrierung	35	54
Beispiel 6	1,2	0,6	1,5	1,0	---	Carbo- nitrierung	35	0,4	Carbo- nitrierung	32	55
Vergleichs- beispiel 1	0,35	0,25	0,85	1,1	---	Carbo- nitrierung	38	0,22	Carbo- nitrierung	25	43
Vergleichs- beispiel 2	0,35	0,5	1,1	0,55	0,25	Carbo- nitrierung	36	0,40	Carbo- nitrierung	32	56
Vergleichs- beispiel 3	1,0	0,5	1,0	1,1	---	Carbo- nitrierung	32	1,02	Carbo- nitrierung	32	61
Vergleichs- beispiel 4	1,0	0,5	1,0	1,1	---	Carbo- nitrierung	32	0,75	Carbo- nitrierung	23	60
Vergleichs- beispiel 5	1,0	0,5	1,0	1,1	---	Carbo- nitrierung	32	0,50	Carbo- nitrierung	38	58
Vergleichs- beispiel 6	1,0	0,5	1,0	1,1	---	Carbo- nitrierung	32	0,22	Carbo- nitrierung	26	44
Vergleichs- beispiel 7	1,1	0,5	1,0	0,5	---	Carbo- nitrierung	29	0,40	Carbo- nitrierung	32	56
Vergleichs- beispiel 8	1,0	0,5	1,0	1,1	---	Carbo- nitrierung	32	1,02	Durchhär- tung	7	60

Anmerkung: Rest- $\gamma$  (Austenit) ist in Vol.-% in der Oberflächenschicht angegeben. Kern-  
härte ist in HRC angegeben.



Tabelle 2

Prüfling	Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall		Ermüdungstest der Rippe des Innenrings		
	L10-Lebensdauer (hr)	Verhältnis der Lebensdauer	Ermüdungsfestigkeit (kN)	Verhältnis der Ermüdungsfestigkeit	
Beispiel 1	115	4,1	5,13	2,3	5
Beispiel 2	105	3,8	5,33	2,4	10
Beispiel 3	101	3,6	4,90	2,2	15
Beispiel 4	106	3,8	5,35	2,4	
Beispiel 5	109	3,9	4,70	2,1	
Beispiel 6	128	4,6	6,04	2,0	20
Vergleichsbeispiel 1	89	3,2	5,13	2,3	
Vergleichsbeispiel 2	92	3,3	4,68	2,1	25
Vergleichsbeispiel 3	115	4,1	3,34	1,5	30
Vergleichsbeispiel 4	99	3,5	3,56	1,6	
Vergleichsbeispiel 5	76	2,7	3,57	1,6	35
Vergleichsbeispiel 6	24	0,9	3,89	1,7	40
Vergleichsbeispiel 7	46	1,6	4,00	1,8	
Vergleichsbeispiel 8	28	1,0	2,23	1,0	45

Anmerkung: Die Ermüdungsfestigkeit entspricht der Grenzlast bei  $10^5$  Wiederholungszyklen.

Tabelle 3

Prüfling	Chemische Zusammensetzung (in Gew.-%)					Carbonitrierung
	C	Si	Mn	Cr	Mo	
Beispiel 11	1,0	0,5	1,0	1,5	---	O
Beispiel 12	1,0	0,5	1,0	0,9	---	O
Beispiel 13	0,8	1,2	1,0	0,8	---	O
Beispiel 14	1,1	0,5	1,0	0,9	0,2	O
Vergleichs- beispiel 11	1,0	0,5	1,0	1,5	---	X
Vergleichs- beispiel 12	1,0	0,5	1,0	0,9	---	X
Vergleichs- beispiel 13	0,8	1,2	1,0	0,8	---	X
Vergleichs- beispiel 14	1,1	0,5	1,0	0,9	0,2	X
Vergleichs- beispiel 15	1,1	1,5	1,0	1,5	---	O
Vergleichs- beispiel 16	1,1	0,7	1,0	2,0	---	O
Vergleichs- beispiel 17	1,1	0,7	1,8	1,1	---	O
Vergleichs- beispiel 18	1,0	0,2	0,5	1,5	---	X

Tabelle 4

Prüfling	Test mit Öl von niedriger Viskosität		Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall	
	L10-Lebensdauer (hr)	Verhältnis der Lebensdauer	L10-Lebensdauer (hr)	Verhältnis der Lebensdauer
Beispiel 11	482	5,2	93	4,9
Beispiel 12	420	4,6	99	5,2
Beispiel 13	431	4,7	95	5,0
Beispiel 14	503	5,5	108	6,1
Vergleichsbeispiel 11	251	2,7	34	1,8
Vergleichsbeispiel 12	205	2,3	40	2,1
Vergleichsbeispiel 13	218	2,4	38	2,0
Vergleichsbeispiel 14	260	2,9	44	2,3
Vergleichsbeispiel 15	437	4,8	53	2,8
Vergleichsbeispiel 16	380	4,2	36	1,9
Vergleichsbeispiel 17	303	3,3	57	3,0
Vergleichsbeispiel 18	91	1,0	19	1,0

Tabelle 5

Prüfling	Chemische Bestandteile (in Gew.-%)					Carbonitrierung
	C	Si	Mn	Cr	Mo	
Beispiel 21	1,0	0,6	1,0	1,4	---	O
Beispiel 22	1,2	0,6	1,0	1,2	---	O
Beispiel 23	0,8	1,2	1,0	0,8	---	O
Beispiel 24	1,1	0,6	1,0	1,4	0,2	O
Vergleichs- beispiel 21	1,0	0,6	1,0	1,4	---	X
Vergleichs- beispiel 22	1,2	0,6	1,0	1,2	---	X
Vergleichs- beispiel 23	0,8	1,2	1,0	0,8	---	X
Vergleichs- beispiel 24	1,1	0,6	1,0	1,4	0,2	X
Vergleichs- beispiel 25	1,1	1,5	1,0	1,5	---	O
Vergleichs- beispiel 26	1,1	0,7	1,0	2,0	---	O
Vergleichs- beispiel 27	1,1	0,7	1,8	1,1	---	O
Vergleichs- beispiel 28	1,0	0,2	0,5	1,5	---	X

Tabelle 6

Prüfling	Test mit Öl von niedriger Viskosität		Lebensdauertest bei Verschmutzung durch Abfall	
	L10-Lebensdauer (hr)	Verhältnis der Lebensdauer	L10-Lebensdauer (hr)	Verhältnis der Lebensdauer
Beispiel 21	3030 x 10 <sup>4</sup>	5,0	130	6,2
Beispiel 22	3780 x 10 <sup>4</sup>	6,2	109	5,2
Beispiel 23	3290 x 10 <sup>4</sup>	5,4	111	5,3
Beispiel 24	3800 x 10 <sup>4</sup>	6,2	128	6,1
Vergleichsbeispiel 21	1540 x 10 <sup>4</sup>	2,5	61	2,9
Vergleichsbeispiel 22	1330 x 10 <sup>4</sup>	2,2	58	2,8
Vergleichsbeispiel 23	1480 x 10 <sup>4</sup>	2,4	48	2,3
Vergleichsbeispiel 24	1500 x 10 <sup>4</sup>	2,5	60	2,9
Vergleichsbeispiel 25	3000 x 10 <sup>4</sup>	4,9	73	3,5
Vergleichsbeispiel 26	2490 x 10 <sup>4</sup>	4,1	72	3,4
Vergleichsbeispiel 27	2300 x 10 <sup>4</sup>	3,8	70	3,3
Vergleichsbeispiel 28	610 x 10 <sup>4</sup>	1,0	21	1,0

## Patentansprüche

1. Rollenlager umfassend Wälzelemente, wobei die Wälzelemente aus einem Stahl enthaltend C: 0,8 bis 1,5 Gew.-%, Si: 0,4 bis 1,2 Gew.-%, Mn: 0,8 bis 1,5 Gew.-% und Cr: 0,8 bis 1,8 Gew.-% gefertigt sind, wobei der Stahl einer Carbonitrierung unterzogen und abgeschreckt und abgelassen ist, so daß der Restaustenitgehalt in einer Oberflächenschicht 20 bis 50 Vol.-% beträgt.
2. Wälzlager nach Anspruch 1, wobei 0,3% oder weniger Gewichtsanteile von Molybdän dem Stahl zugefügt sind.
3. Wälzlager nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Abschrecken bei einer Temperatur von 830 bis 880°C beginnt und die Kühlkapazität H während des Abschreckens in einem Temperaturbereich von 300°C bis 150°C auf 0,2 cm<sup>-1</sup> oder weniger eingestellt ist.
4. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Wälzelemente Nadelrollen sind und wobei der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht 20 bis 40 Vol.-% beträgt und die Oberflächenhärte HV 750 oder mehr beträgt.
5. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, umfassend einen inneren Ring, einen äußeren Ring und Wälzelemente, wobei die Wälzelemente Schrägrollen sind, wobei zumindest der Innenring aus einem einsatzgehärteten Stahl enthaltend 0,4 Gew.-% oder weniger Kohlenstoff gefertigt ist und wobei an den Oberflächenschichten der inneren und äußeren Ringe eine carbonitrierte Schicht ausgebildet ist.
6. Wälzlager nach Anspruch 5, wobei der Restaustenitgehalt in der Oberflächenschicht der Schrägrollen und der inneren und äußeren Ringe 20 bis 40 Vol.-% beträgt.
7. Lagervorrichtung für eine Fahrzeuggetriebewelle, bei der eine Getriebewelle drehbar durch ein Schrägrollenlager in einem Gehäuse gelagert ist, in dem Öl eingeschlossen ist, wobei das Schrägrollenlager einen inneren Ring, einen äußeren Ring und Schrägrollen umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Schrägrollen aus einem Stahl enthaltend C: 0,8 bis 1,5 Gew.-%, Si: 0,4 bis 1,2 Gew.-%, Mn: 0,8 bis 1,5 Gew.-% und Cr: 0,8 bis 1,8 Gew.-% gefertigt sind, daß zumindest der innere Ring aus einem einsatzgehärteten Stahl enthaltend 0,4 Gew.-% oder weniger Kohlenstoff gefertigt ist, und daß eine carbonitrierte Schicht an den Oberflächenschichten der Schrägrollen und der in-

neren und äußeren Ringe ausgebildet ist.

8. Lagervorrichtung für eine Fahrzeuggetriebewelle nach Anspruch 7, wobei der Restaustenitgehalt in den Oberflächenschichten der Schrägrollen und der inneren und äußeren Ringe 20 bis 40 Vol.-% beträgt.

5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

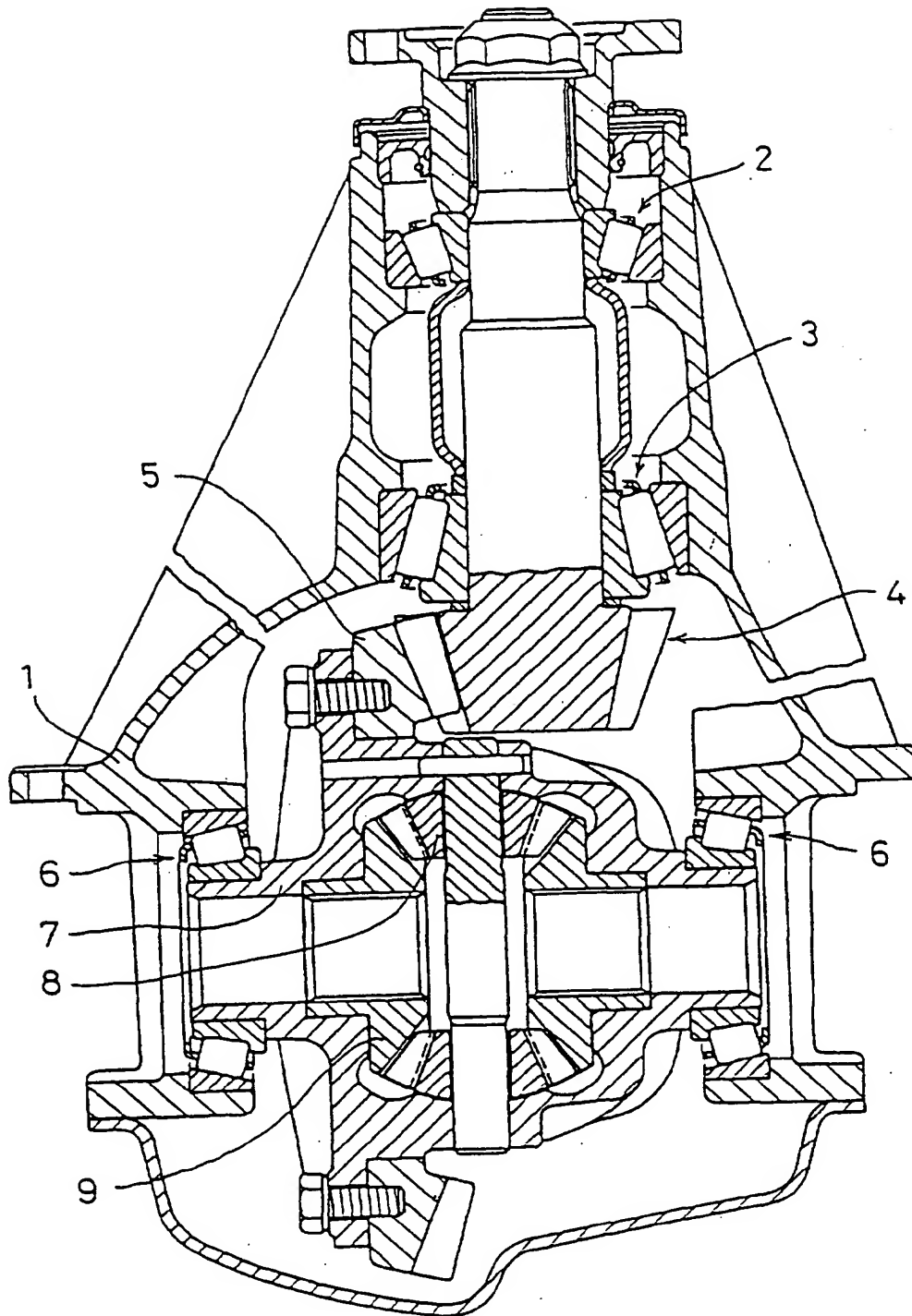


FIG. 2

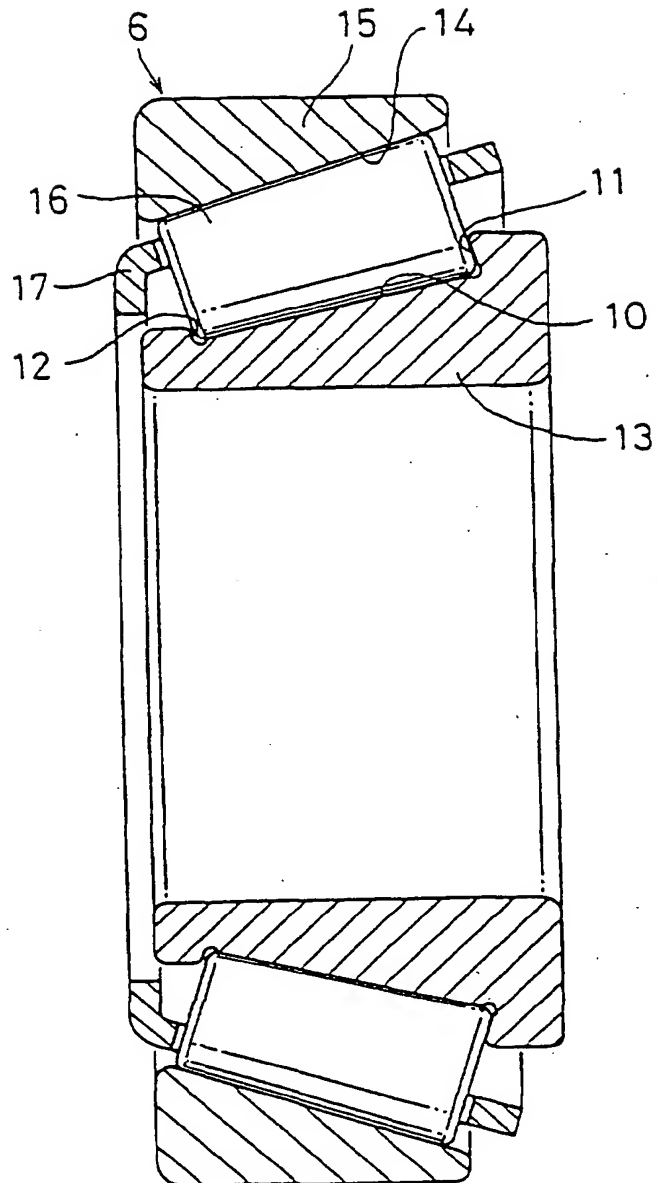




FIG. 3A

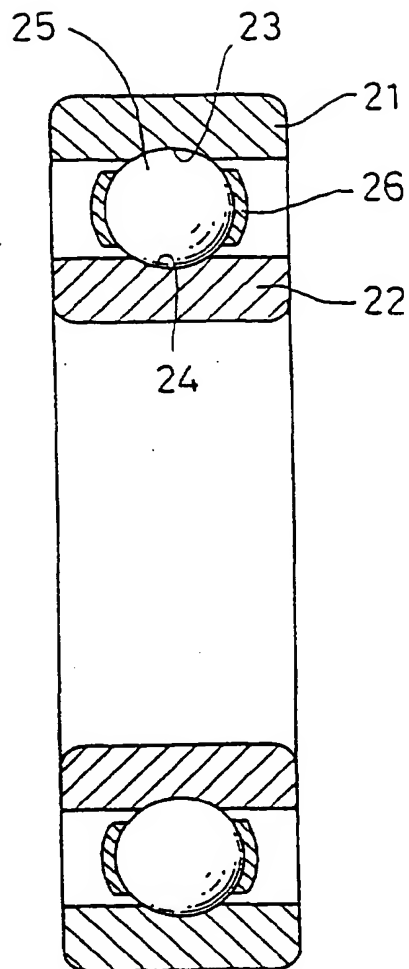


FIG. 3B

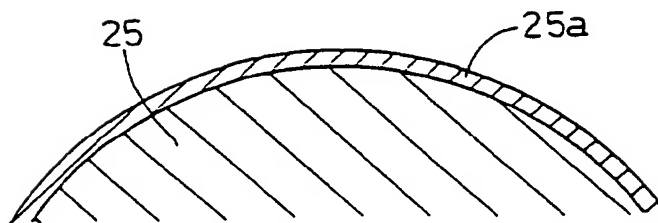


FIG. 4A

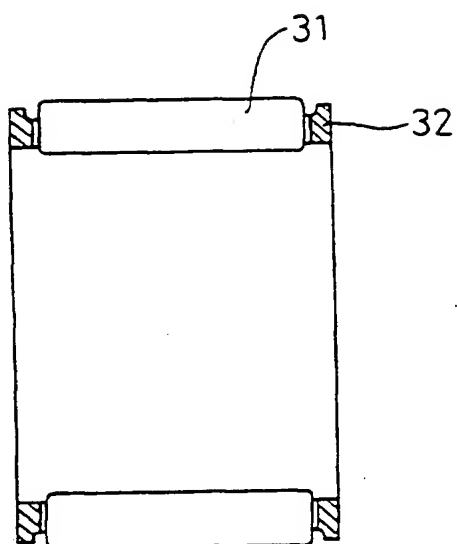


FIG. 4B

